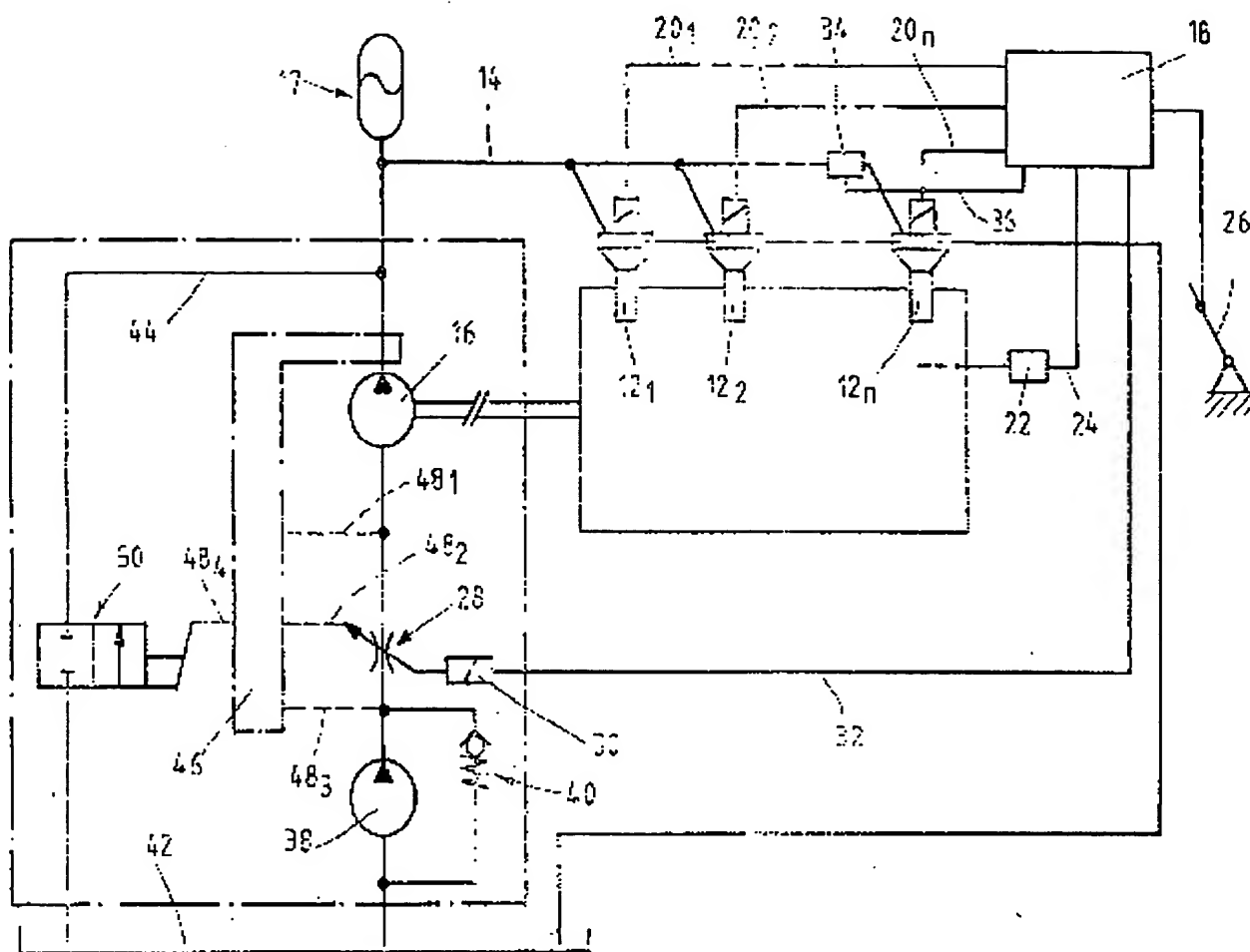


AN: PAT 1997-481682  
TI: Fuel injection system for diesel engine has pressure relief  
valve for pipeline activated according to pressure or flow rate  
in throttle between pipeline and fuel pump  
PN: DE19612413-A1  
PD: 02.10.1997  
AB: The fuel injection supply system has a pump feeding a  
common pipeline to the injector nozzles (12) and a throttle (28)  
lies between the pump and pipeline to match the pressure to  
the requirements of the nozzles. The throttle cross-section is  
adjusted by a signal (32) taken from a pressure sensor (34) in  
the pipeline. The pipeline has a pressure-relief valve (50)  
activated according to the pressure or flow rate by the  
throttle, as well as by the setting of the throttle. The body  
of the relief valve is mechanically coupled to the actuator for  
the throttle and reacts when a certain threshold movement of  
the throttle is exceeded.; Inexpensive design to give a rapid  
pressure build-up when needed.  
PA: (MANS ) MANNESMANN REXROTH GMBH;  
IN: ARNOLD B; EISENBACHER E; PAWELLEK F;  
FA: DE19612413-A1 02.10.1997;  
CO: DE;  
IC: F02M-047/02; F04B-049/22;  
MC: X22-A02A; X22-A20C;  
DC: Q53; Q56; X22;  
FN: 1997481682.gif  
PR: DE1012413 28.03.1996;  
FP: 02.10.1997  
UP: 03.11.1997

BEST AVAILABLE COPY

**This Page Blank (uspto)**



**This Page Blank (uspto)**



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 12 413 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 M 47/02**  
F 04 B 49/22

⑳ Aktenzeichen: 196 12 413.1  
㉔ Anmeldetag: 28. 3. 96  
㉕ Offenlegungstag: 2. 10. 97

**DE 196 12 413 A 1**

㉚ Anmelder:  
Mannesmann Rexroth GmbH, 97816 Lohr, DE

㉛ Vertreter:  
Kuhnen, Wacker & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 85354 Freising

㉜ Erfinder:  
Arnold, Bernhard, 97849 Roden, DE; Eisenbacher,  
Egon, 97753 Karlstadt, DE; Pawellek, Franz, 97840  
Hafenlohr, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	39 35 325 C1
DE	37 00 687 C2
DE	35 09 856 A1
DE	34 38 015 A1
DE	34 11 539 A1
US	35 90 798
EP	06 29 777 A1

OVERDIEK, Gerhard: Volumenstromregelkonzepte  
für hydraulische Nebenaggregatsantriebe im Kfz. In:  
O + P Ölhydraulik und Pneumatik 34, 1990, Nr.12,  
S.824-829;  
JP 2-218857 A., In: Patents Abstracts of Japan,  
M-1048, Nov. 14, 1990, Vol.14, No.519;

⑤④ Druckfluid-Versorgungssystem, insbesondere für ein Kraftstoff-Einspritzsystem

⑤⑦ Beschrieben wird ein Druckfluid-Versorgungssystem, insbesondere für ein Kraftstoff-Einspritzsystem beispielsweise für eine Dieselmotorkraftmaschine, bei der an eine gemeinsame, von einer Hochdruckpumpe gespeiste Hochdruckleitung einzelne Verbraucher, insbesondere Einspritzdüsen angeschlossen sind. Die Druckfluidanforderung der Einspritzdüsen ist in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Systems, insbesondere der Dieselmotorkraftmaschine gesteuert, wobei der Hochdruckpumpe zur Anpassung des Drucks in der gemeinsamen Hochdruckleitung an den Druckfluidbedarf der Verbraucher eine Saugdrossel vorgeschaltet ist. Der Drosselquerschnitt der Saugdrossel ist mittels eines von einem Drucksensor in der gemeinsamen Hochdruckleitung abgeleiteten Signals veränderbar. Um mit sehr geringem schaltungstechnischen Aufwand bei Bedarf einen schnellen Druckabbau in der gemeinsamen Hochdruckleitung, d. h. der sogenannten "Common-Rail" sicherzustellen, ist an letztere ein Druckentlastungsventil angeschlossen, das vorzugsweise in Abhängigkeit von den Druck- und/oder Durchströmungsverhältnissen im Bereich der Saugdrossel aktivierbar ist.

**DE 196 12 413 A 1**

Die Erfindung betrifft ein Druckfluid-Versorgungssystem, insbesondere für ein Kraftstoff-Einspritzsystem beispielsweise für eine Dieselmotorkraftmaschine, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Derartige Druckfluid-Versorgungssysteme werden als Common-Rail (CR-) Systeme bezeichnet, bei denen die einzelnen Verbraucher, d. h. bei Kraftstoff-Einspritzsystemen die einzelnen Einspritzdüsen an eine gemeinsame, von der Hochdruckpumpe gespeiste Hochdruckleitung angeschlossen sind. Gemäß einer bekannten Version, wie sie beispielsweise in der DE 41 26 640 A1 beschrieben ist, ist an die Common-Rail ein Proportional-Druckbegrenzungsventil angeschlossen, das die Funktion hat, jeweils soviel von der Pumpe geförderten Kraftstoff zurückfließen zu lassen, daß sich in der Common-Rail der jeweils gewünschte Druck einstellt. Diesem Druckbegrenzungsventil kann auch die Aufgabe übertragen werden, bei Fehlern im System den Druck in der Common-Rail schnell auf einen niedrigeren Wert abzubauen.

Nachteilig bei diesem bekannten System sind die Energieverluste aufgrund des über das Druckbegrenzungsventil abströmenden Druckfluids bzw. Kraftstoffs. Günstiger ist es, den Druck in der Common-Rail durch eine variable Fördermenge der Hochdruckpumpe zu variieren. Ein CR-System mit dieser Art von Drucksteuerung ist aus der EP 0 299 337 A2 bekannt und bildet den Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die variable Fördermenge des Druckfluids und damit die Anpassung des Drucks in der Common-Rail bzw. der gemeinsamen Hochdruckleitung an den Druckfluidbedarf der Verbraucher erfolgt über eine der Hochdruckpumpe vorgeschaltete Saugdrossel, die unter Zuhilfenahme eines von einem Drucksensor in der Common-Rail erfaßten Druckwerts entsprechend eingestellt wird, daß der erfaßte Druck den gewünschten Wert annimmt. Es ist auch weiterhin ein an die Common-Rail angeschlossenes Druckbegrenzungsventil vorgesehen, das jedoch nur noch zur Maximaldruckbegrenzung dient.

Bei dem Druckfluid-Versorgungssystem der Common-Rail-Bauart gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist nachteilig, daß dann, wenn im System ein Notfall, beispielsweise ein Klemmen einer Injektionsnadel festgestellt wird oder wenn eine sehr schnelle Anpassung an eine geringere Last und damit die Einstellung auf einen geringeren Einspritzdruck erforderlich wird, der Druck in der Common-Rail nicht schnell genug abgebaut werden kann.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Druckfluid-Versorgungssystem insbesondere für ein Kraftstoff-Einspritzsystem gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 derart weiterzubilden, daß mit geringem vorrichtungstechnischen Aufwand bei Auftreten von Notfällen am System ein schnellerer Druckabbau ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird an die Common-Rail, die über eine sauggedrosselte Pumpe gespeist wird, ein Druckentlastungsventil angeschlossen, das im Notfall, d. h. beim Auftreten von Ereignissen, die in äußerst kurzer Zeit einen Druckabbau in der Common-Rail erfordern, aktivierbar ist, und zwar vorzugsweise in Abhängigkeit von den Druck- oder Durchströmungsverhältnissen im Bereich der Saugdrossel. Fehlbeanspruchungen des Druckfluid-Versorgungssystems einerseits und des zu-

geordneten Aggregats wie z. B. des Motors andererseits, können auf diese Weise wirksam ausgeschlossen werden. Aufgrund der Aktivierung des Druckentlastungsventils in Abhängigkeit von den Druckund/oder Durchströmungsverhältnissen im Bereich der Saugdrossel läßt sich der vorrichtungs- und insbesondere der schaltungstechnische Aufwand klein halten, in dem der Ansteuerungszustand der Saugdrossel zur Erzeugung eines geeigneten Stellsignals für das Druckentlastungsventil nutzbar wird. Die erfindungsgemäße Gestaltung des Druckfluid-Versorgungssystems sorgt somit für eine wirksame Absicherung bei Feststellung eines Notfalls am System, ohne daß ein zusätzliches und aufwendiges Hochdruckentlastungsventil mit Magnetbetätigung (DBE-Ventil) vorgesehen werden müßte.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Weiterbildung des Patentanspruchs 2 hat den Vorteil, daß die Anzahl der bewegten Teile verringerbar ist, in dem die Bewegung der Saugdrossel als Stellbewegung für das Druckentlastungsventil herangezogen wird.

Eine weitere Vereinfachung des Aufbaus ergibt sich mit der Weiterbildung des Anspruchs 3, in dem dem Stellelement für die Saugdrossel gleichzeitig die Aufgabe der Betätigung des Druckentlastungsventils übertragen wird.

Wenn das Druckentlastungsventil erst nach Überschreiten eines Grenz-Stellwegs der Saugdrossel anspricht, ergibt sich eine erhöhte Funktionssicherheit des Druckfluid-Versorgungssystems. Es kann mit diesen Maßnahmen zuverlässig sichergestellt werden, daß das Druckentlastungsventil tatsächlich nur in Notfällen und nicht im Bereich gewöhnlicher Stellbewegungen der Saugdrossel ausgelöst wird.

Die Nutzung der Stellbewegung der Saugdrossel zur Aktivierung des Druckentlastungsventils läßt sich besonders einfach dann realisieren, wenn das Stellelement der Saugdrossel gemäß Anspruch 6 von einem Schieberkolben gebildet ist.

Es hat sich gezeigt, daß es zur wirksamen Absicherung des CR-(Common-Rail) Systems durch bedarfsweisen schnellen Druckabbau vollkommen genügt, das Druckentlastungsventil als Sitzventil auszubilden, dessen Ventilkörper gemäß der vorteilhaften Weiterbildung des Anspruchs 7 vom Stellelement der Saugdrossel gegen eine Rückstellkraft aufstoßbar ist.

Um die Energieaufnahme des Antriebs für das Stellelement der Saugdrossel selbst für den Fall begrenzen zu können, daß der Ventilkörper des Druckentlastungsventils gegen eine sehr hohe Druckkraft der Common-Rail zu verschieben ist, ist die Weiterbildung gemäß Anspruch 10 von besonderem Vorteil. Die kinetische Energie des Stellelements der Saugdrossel wird hier zur Unterstützung der Entsperrung des Druckentlastungsventils genutzt. Der Antrieb für das Stellelement der Saugdrossel, beispielsweise die Magnetkraft kann auf diese Weise verhältnismäßig klein gehalten werden, wobei dennoch eine ausreichende Aufsteuerkraft bereitgestellt wird, in dem das Stellelement der Saugdrossel mit Anlaufstrecke gegen den den Hochdruck absperrenden Ventilkörper schlägt. Selbstverständlich ist es auch möglich, zum Abheben des Ventilkörpers eine andere Kraftübersetzung heranzuziehen, beispielsweise eine Hubhilfe.

Eine weitere Möglichkeit der Realisierung der erfindungsgemäßen Aktivierung des Druckentlastungsventils ist Gegenstand des Anspruchs 13. Gemäß dieser

Weiterbildung wird das Druckentlastungsventil dann aktiviert, wenn die Durchströmungsmenge der Saugdrossel einen bestimmten Wert unterschreitet. Zur Ableitung eines geeigneten Stellsignals für das Druckentlastungsventil kann hierbei auch der Druckstrom ab der Hochdruckpumpe herangezogen werden, wenn das Druckentlastungsventil zwischen Common-Rail und Hochdruckpumpe geschaltet wird.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung eines solchen Druckentlastungsventils ist Gegenstand des Anspruchs 15. Dabei wird in vorteilhafter Weise von dem Drossel-effekt des im Ventilkörper eingebauten Rückschlagventils Gebrauch gemacht. Der Ventilkörper sperrt die Common-Rail solange ab, bis im Förderbetrieb der Hochdruckpumpe am Rückschlagventil ein Druckabbau stattfindet. Wenn die Saugdrossel sperrt, so wird die Fördermenge der Hochdruckpumpe zu Null, woraufhin das Rückschlagventil schließt und der Druck in der Common-Rail den Ventilkörper öffnet und eine Verbindung zum Tank herstellt.

Die Ausgestaltung gemäß Anspruch 16 hat den weiteren Vorteil, daß mit einfachen Mitteln im Förderbetrieb der Hochdruckpumpe eine Differenz der druckbeaufschlagten Flächen zu beiden Seiten des Ventilkörpers bereitgestellt wird, mit der die Zuhaltung des Ventili-glieds unterstützt wird.

Das Druckentlastungsventil kann gemäß der weiteren Variante nach Anspruch 18 auch in Abhängigkeit vom Druckstrom auf der Saugdrossel aktiviert werden, was Gegenstand des Anspruchs 18 ist. Diese Variante zeichnet sich insbesondere dann durch eine gute Ansprechcharakteristik aus, wenn die Saugdrossel zwischen einer Vorförderpumpe und der Hochdruckpumpe angeordnet wird. Wenn somit beim Auftreten einer Notfallsituation die Vorförderpumpe abgeschaltet wird, wird die Steuerkammer des Druckentlastungsventils schlagartig entlastet, so daß das Druckentlastungsventil öffnet.

Es ist schließlich auch möglich, das Druckentlastungsventil gemäß Anspruch 19 in Abhängigkeit vom Druckstrom ab der Saugdrossel zu aktivieren. Dabei wird von dem Effekt Gebrauch gemacht, daß dieser Druck nach dem Zusteuern der Saugdrossel und bei anhaltender Antriebsbewegung der Hochdruckpumpe schnell absinkt und somit in kürzester Zeit ein starkes Stellsignal für die Steuerkammer des Druckentlastungsventils bereitgestellt wird.

Die Ausgestaltung des Druckentlastungsventils gemäß Anspruch 21 eröffnet die Möglichkeit einer günstigen Kraftübersetzung.

Die Dynamik des Entlastungsventils läßt sich mit der Weiterbildung des Anspruchs 23 noch steigern.

Nachstehend werden anhand schematischer Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen hydraulischen Schaltkreis des Druckfluid-Versorgungssystems in der Ausgestaltung als Common-Rail (CR)-Kraftstoff-Einspritzsystem mit magnetbetätigter Saugdrosselregelung und Notfall-Druckentlastung;

Fig. 2 ein Detail einer weiteren Ausführungsform des Druckfluid-Versorgungssystems in einer etwas abgewandelten Ausgestaltung der Ansteuerung des Druckentlastungsventils;

Fig. 3 eine Variante des Druckfluid-Versorgungssystems mit einer Abwandlung der Ansteuerung des Druckentlastungsventils;

Fig. 4 eine konkrete Ausführungsform der Ansteue-

rung des Druckentlastungsventils mit einer mechanischen Kopplung zwischen einem Stellelement der Saugdrossel und einem Stößel für den Ventilkörper des Druckentlastungsventils;

Fig. 5 eine weitere Ausführungsform des Druckfluid-Versorgungssystems mit einem abgewandelten Steuer-teil für das Druckentlastungsventil;

Fig. 6 die Einzelheit VI in Fig. 5;

Fig. 7 eine weitere Ausführungsform des Druckfluid-Versorgungssystems mit einer abgewandelten Ausgestaltung und Aktivierung des Druckentlastungsventils; und

Fig. 8 einen der Fig. 7 ähnlichen Ausschnitt des Hydraulikkreises für das Druckfluid-Versorgungssystem mit einer abgewandelten Ansteuerung des Druckentlastungsventils.

Fig. 1 zeigt schematisch den Hydraulikkreis für ein Kraftstoff-Einspritzsystem einer Dieselmotorkraftmaschine, wobei des Kraftstoff-Einspritzsystem als "Common-Rail"-System (CR-System) ausgebildet ist. Mit dem Bezugszeichen 10 ist eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine, beispielsweise eine Dieselmotorkraftmaschine gezeigt, der eine Reihe von Kraftstoff-Einspritzdüsen 12<sub>1</sub> bis 12<sub>n</sub> zugeordnet sind. Die Einspritzdüsen sind an eine gemeinsame Hochdruckleitung 14, d. h. an eine sogenannte "Common-Rail" angeschlossen, die von einer Hochdruckpumpe 16 gespeist ist. Die Hochdruckpumpe 16 wird vorzugsweise von einer Radialkolbenpumpe gebildet. Mit 17 ist ein Speicher bezeichnet, der an die Common-Rail 14 angeschlossen ist.

Mit dem Bezugszeichen 18 ist eine elektronische Steuereinheit bezeichnet, mit der über die elektrischen Steuerleitungen 20<sub>1</sub> bis 20<sub>n</sub> die Einspritzdüsen 12<sub>1</sub> bis 12<sub>n</sub> angesteuert werden. Die Ansteuerung erfolgt in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern, beispielsweise von Betriebsparametern wie z. B. der Drehzahl der Brennkraftmaschine 10, was durch einen Meßwert-aufnehmer 22 angedeutet ist, dessen Signal über die Leitung 24 auf die elektronische Steuereinheit 18 gegeben wird. Ein weiteres Eingangssignal für die elektrische Steuereinheit 18 wird von einem Gaspedal 26 abgegriffen, dessen Stellung in Verbindung mit den weiteren Eingangsgrößen der Betriebsparameter der Brennkraftmaschine 10 den Einspritzzeitpunkt, die Einspritzdauer und den Einspritzdruck festlegt.

Zur Verringerung der Energieverluste wird der Einspritzdruck und damit der Druck in der Common-Rail 14 durch eine variable Fördermenge der Hochdruckpumpe 16 gesteuert. Es wird bei dieser Steuerung nur soviel Kraftstoff von der Hochdruckpumpe 16 in die Common-Rail 14 verdrängt, wie dies zur Einstellung des Solldrucks in der Common-Rail 14 benötigt wird. Zu diesem Zweck ist in der Saugleitung der Hochdruckpumpe 16 eine variable Saugdrossel 28 vorgesehen, deren Durchflußquerschnitt über ein Verstellteil 30 in Abhängigkeit eines Signals in der Steuerleitung 32 derart veränderbar ist, daß sich in der Common-Rail 14 ein gewünschter Solldruck einstellt, der von einem Drucksensor 34 gemessen und über die Signalleitung 36 auf die elektronische Steuereinheit 18 gegeben wird. Auf diese Weise wird mit Hilfe einer Saugdrosselregelung der Druck in der Common-Rail 14 mit geringen Energieverlusten einstellbar.

Mit dem Bezugszeichen 38 ist eine Vorförderpumpe bezeichnet, die das Druckfluid, d. h. den Kraftstoff über die Saugdrossel 28 der Hochdruckpumpe 16 zuführt. Der Druck stromab der Vorförderpumpe 38 ist über ein Rückschlagventil 40 abgesichert.

Die Besonderheit des in Fig. 1 gezeigten Hydraulikkreises des Druckfluid-Versorgungssystems besteht in der mit strichpunktierten Linien hervorgehobenen Einrichtung zur Regelung und schnellen Druckentlastung der Common-Rail bei einem eventuell auftretenden Notfall am System. Ein solcher Notfall liegt beispielsweise dann vor, wenn eine Injektionsnadel einer Einspritzdüse 12<sub>1</sub> bis 12<sub>n</sub> klemmen sollte oder wenn aus anderen Gründen eine extrem schnelle Anpassung an eine geringere Last und damit die schnelle Einstellung eines geringeren Einspritzdrucks erforderlich wird. Kern dieser zusätzlichen Einrichtung ist ein mit dem Bezugszeichen 50 bezeichnetes Druckentlastungsventil, das in einer von der Common-Rail 14 zu einem Tank 42 führenden Leitung 44 angeordnet und — wie mit gestrichelten Linien angedeutet — über ein Stellsignal unter Zwischenschaltung einer mit strichpunktierten Linien angedeuteten Signalumformungseinrichtung 46 in Abhängigkeit von dem Druck und/oder Durchströmungsverhältnissen im Bereich der Saugdrossel 28 aktivierbar ist. Diese Abhängigkeit von den Druck- und/oder Durchströmungsverhältnissen ist durch die gestrichelten Linien 48<sub>1</sub> bis 48<sub>n</sub> angedeutet.

Das in Fig. 1 gezeigte Druckfluid-Versorgungssystem hat durch die Aktivierbarkeit des Druckentlastungsventils 50 in Abhängigkeit von den Druck- und/oder Durchströmungsverhältnissen im Bereich der Saugdrossel 28 den besonderen Vorteil, daß mit einem sehr kleinen schaltungstechnischen Zusatzaufwand beim Auftreten eines Notfalls im CR-System eine schnelle und zuverlässige Druckentlastung der Common-Rail 14 sichergestellt werden kann, wobei das Stellsignal in der Leitung 32 für die Saugdrossel 28 nutzbar ist. Dies führt gleichzeitig zu dem besonderen Vorteil, daß Betriebszustände wirksam ausgeschlossen sind, in denen die Hochdruckpumpe 16 noch ausreichend mit Kraftstoff versorgt wird, jedoch gleichzeitig das Druckentlastungsventil 50 geöffnet ist, was zu unerwünschten Energieverlusten führen würde.

Anhand der Fig. 2 soll eine erste konkrete Ausführungsform der Aktivierungsmimik für das Druckentlastungsventil beschrieben werden. Zur Beschreibung dieser Ausgestaltung werden der Einfachheit halber ähnliche Bezugszeichen für Komponenten verwendet, die den Bauteilen des Druckfluid-Versorgungssystems gemäß Fig. 1 ähnlich sind, wobei eine "1" vorangestellt ist. Die Darstellung gemäß Fig. 2 läßt erkennen, daß das Druckentlastungsventil 150 mit einem Stellglied 154 der variablen Saugdrossel 128 über eine mechanische Kopplung 152 in Verbindung steht, und zwar derart, daß das Druckentlastungsventil 150 durch die Bewegung des Stellglieds 154 über den Saugdruckregelungsbereich hinaus aus einer Schließstellung A in eine Durchgangsstellung B verschiebbar ist, was zu einer schnellen Druckentlastung der Common-Rail 114 führt. Die Kopplung zwischen dem Stellglied 154 und einem Ventilkörper des Druckentlastungsventils 150 hat dabei den vorteilhaften Nebeneffekt, daß die Saugdrossel 128 im Moment der Aufsteuerung des Druckentlastungsventils 150 regelmäßig so weit geschlossen ist, daß die Hochdruckpumpe 116 den Druckabbau in der Common-Rail 114 nicht mehr verzögern kann.

Fig. 3 zeigt eine Variante der Ansteuerung des Druckentlastungsventils. Zur Vereinfachung der Beschreibung sind auch hier für Komponenten, die den Bauteilen der zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele entsprechen, ähnliche Bezugszeichen zugeordnet, denen eine "2" vorgeschaltet ist.

Auch bei dieser Ausgestaltung ist das Druckentlastungsventil 250 durch eine mechanische Kopplung 252 mit dem Stellelement 254 der Saugdrossel 228 verbunden. Das Stellelement 254 der Saugdrossel 228 ist hier von einem Ventilschieber eines stetig verstellbaren 2/2-Wegeventils gebildet, das über ein Steuerteil 256 angesteuert ist. In Fig. 3 ist dieses Steuerteil hydraulisch betätigt. Es soll jedoch an dieser Stelle hervorgehoben werden, daß es vorzuziehen ist, die Saugdrossel 228 elektrisch, d. h. mit Magnetbetätigung, anzusteuern. Diese Variante ist Gegenstand der in Fig. 4 gezeigten Ausgestaltung.

Bei dieser Variante sind Bauteile, die den Elementen der zuvor beschriebenen Ausführungsformen entsprechen, mit ähnlichen Bezugszeichen versehen, denen jedoch eine "3" vorangestellt ist.

Bei der Variante gemäß Fig. 4 ist das Verstellteil 330 von einem Elektromagnet gebildet, dessen Magnetanker 358 mit einem Schieberkolben 354 der Verstelldrossel 328 in Anlagekontakt steht. Eine Eindrehung 360 bildet eine Steuerkante 362 zur Einstellung einer variablen Drossel im Zusammenwirken mit einer Gehäusebohrung 364 aus, über die Kraftstoff von der Vorförderpumpe 338 zur Hochdruckpumpe 316 gefördert wird. Das Gehäuse ist mit 366 bezeichnet und nimmt gleichzeitig das Druckentlastungsventil 350 auf, das von einem Sitzventil gebildet ist. Der Ventilkörper des Druckentlastungsventils 350 ist von einer Kugel 366 gebildet, die mittels einer Feder 368 gegen einen Ventilsitz 370 gedrückt wird. Hinter dem Ventilsitz 370 ist eine Axialbohrung 371 ausgebildet, durch die sich eine stoßartige Verlängerung 372 des Schieberkolbens 354 erstreckt. In der Regelstellung der Saugdrossel 328 (wie gezeigt) berührt das in der Fig. 4 linke Ende des Stößels 372 die Kugel 366 noch nicht. Der Stößel hat statt dessen von der Kugel 366 einen Anlaufabstand AA. Mit dem Bezugszeichen 373 ist eine Bohrung bezeichnet, die einerseits mit dem Tank in Verbindung steht und andererseits in die Bohrung 371 unmittelbar hinter dem Ventilsitz 370 mündet.

Für den Fall, daß im CR-System ein schneller Druckabbau erforderlich sein sollte, weil am System ein Notfall festgestellt wird, wird der Magnetanker 358 über den Regelausschlag hinaus gemäß Fig. 4 nach links bewegt. Die Steuerkante 362 verschließt die Bohrung 364 zunächst vollständig. Der Schieberkolben 354 wird vom Magneten 330 weiter beschleunigt, weil der Anlaufabstand AA noch nicht überbrückt ist. Erst nach Durchlaufen dieses Anlaufabstandes AA trifft der Stößel 372 auf die Kugel 366 und gibt den Strömungsweg von der Leitung 344 über den Ventilsitz 370 und die Bohrung 373 zum Tank schlagartig frei, wodurch eine schnelle Druckentlastung der Common-Rail 314 erfolgt. Über die Masse des Schieberkolbens 354 und den Anlaufabstand AA läßt sich die Magnetkraft selbst dann klein halten, wenn auf die Ventilkugel 366 eine hohe Druckkraft einwirkt.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 5 unterscheidet sich von den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen dadurch, daß das Druckentlastungsventil 450 indirekt in Abhängigkeit von der Durchströmungsmenge der Saugdrossel 428 und zwar direkt in Abhängigkeit vom Druck stromab der Hochdruckpumpe 416 aktivierbar ist. Die Saugdrossel 428 ist wiederum elektromagnetisch betätigt und kann durch Federkraft in eine Schließstellung gebracht werden, die die Saugseite der Hochdruckpumpe 416 von der Vorförderpumpe 438 abkoppelt. Das Druckentlastungsventil 450 ist zwischen Hochdruckpumpe 416 und Common-Rail 414 geschaltet und

es reagiert auf den Kraftstofffluß, der durch die Verdrängung der Pumpe 416 hervorgerufen wird. Zu diesem Zweck ist in einem Gehäuse 475 ein zylindrischer Ventilkörper 476 axial verschiebbar aufgenommen, wobei in einer axialen, gestuften Durchgangsbohrung 477 ein Rückschlagventil 478 mit einer Kugel 479 aufgenommen ist. Die Kugel 479 ist von einer Feder 480 in Schließstellung beaufschlagt. Das Gehäuse 475 hat neben dem Eingang 481 einen gegenüberliegenden Hochdruckausgang 482 und einen Entlastungsanschluß 483 in Form einer an eine Tankleitung 484 angeschlossenen Bohrung 485. Die den Hochdruckausgang 482 zugewandte Stirnseite des zylindrischen Ventilkörpers 476 bildet eine Steuerkante 486 aus, die in eine Abschrägung 487 übergeht.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 5 und 6 funktioniert wie folgt:

Solange über die Hochdruckpumpe 416 Kraftstoff in die Common-Rail 414 gefördert wird, entsteht am Rückschlagventil 478 ein Druckabfall  $\Delta p$ , der dem Ventilkörper 476 in der in Fig. 6 gezeigten Position hält, in der die Common-Rail 414 zum Tank abgesperrt ist. Es besteht keine Strömungsmittelverbindung zwischen der Bohrung 485 und dem Hochdruckausgang 482. Unterstützt wird die Zuhaltung des zylindrischen Ventilkörpers 476 noch durch eine Differenz in den Flächen, die vom Hochdruck in der Common-Rail 414 einerseits und dem um den Druckabfall  $\Delta p$  höheren Pumpendruck am Eingang 481 beaufschlagt sind.

Wenn die Saugdrossel 428 in die in Fig. 5 gezeigte Sperrstellung bewegt wird, wird die Fördermenge der Hochdruckpumpe 416 zur Null und das Rückschlagventil 478 schließt. Der Druck in dem kleinen Volumen zwischen Hochdruckpumpe 416 und Druckentlastungsventil 450 sinkt verhältnismäßig schnell durch Ablauf von Strömungsmittel, d. h. Kraftstoff über Spalte in der Pumpe 416, so daß der Druck in der Common-Rail 414 den zylindrischen Ventilkörper 476 gemäß den Fig. 5 und 6 nach links in die Öffnungsstellung verschiebt, so daß der Druck in der Common-Rail 414 über die Bohrung 485 abgebaut wird. Die mit den Bezugszeichen 488 und 490 bezeichneten Strömungspfade dienen zum Aufrechterhalten eines Kraftstoffstroms von der Vorförderpumpe 438 über die Hochdruckpumpe 416 zur Tankleitung 484, um damit aus der Hochdruckpumpe 416 Wärme abzuleiten. Im Strömungspfad 488 ist vorzugsweise eine Düse 490 eingebaut, mit der die Kühlströmung kontrollierbar ist. Über den Strömungspfad 490 kann dabei zusätzlich auf den schnellen Druckabbau in der Hochdruckpumpe 416 nach dem Schließen der Saugdrossel 428 Einfluß genommen werden.

Eine weitere Ausführungsform eines Druckentlastungsventils ist in den Fig. 7 und 8 gezeigt. Hier ist das Druckentlastungsventil 550 bzw. 650 wiederum von einem Sitzventil mit einem kugelförmigen Ventilkörper 556 bzw. 666 gebildet, der mittels eines Steuerkolbens 590 bzw. 690 gegen einen Ventilsitz 591 bzw. 691 drückbar ist, so daß die an die Common-Rail 514 bzw. 614 angeschlossene Leitung 544 bzw. 644 zu einer Tankleitung 573 bzw. 673 hin abgesperrt ist. Der Steuerkolben 590 bzw. 690 trennt eine Arbeitskammer 591 bzw. 691 von einer Entlastungskammer 592 bzw. 692. Mit 593 bzw. 693 ist eine Düse im Steuerkolben 590 bzw. 690 bezeichnet, über die bei Bewegung des Steuerkolbens Kraftstoff aus der Steuerkammer in die Entlastungskammer verdrängt werden kann.

Unterschiedlich bei den Ausführungsformen gemäß Fig. 7 und 8 ist die Art der Ansteuerung der Steuerkam-

mer 591 bzw. 691.

Bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 7 ist die Steuerkammer 591 über eine Leitung 594 an die Saugseite der Saugdrossel 528 stromab der Vorförderpumpe 538 angeschlossen. Mittels eines Druckbegrenzungsventils 595 ist sichergestellt, daß der Druck in der Leitung 594 und damit in der Steuerkammer 591 einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet. Wenn die Vorförderpumpe 538 bei Feststellung eines Notfalls am CR-System abgeschaltet wird, sinkt der Druck am Ausgang der Vorförderpumpe 538 und damit in der Leitung 594 schnell ab, woraufhin das Druckentlastungsventil 550 durch Verschiebung des Steuerkolbens 590 schnell öffnet. Über die Düse 593 im Steuerkolben 590 kann beim Öffnen des Entlastungsventils vom Kolben verdrängtes Druckfluid, d. h. Kraftstoff über den Kolben zum Tank abfließen, wodurch sich eine Verkürzung der Schaltzeit des Druckentlastungsventils 550 ergibt.

Die Ansteuerung der Steuerkammer 691 bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 8 erfolgt über eine Steuerleitung 696, die zum Saugdrosselventil 628 geführt ist. Abweichend von den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen ist das Saugdrosselventil 628 hier mit einer zusätzlichen Steuerkante für die Versorgung bzw. für die Absperrung der Steuerleitung 696 ausgestattet. Beim Auftreten eines Notfalls im CR-System wird das Stellement 654 des Saugdrosselventils 628 in die Schließstellung S verschoben, in der die Steuerleitung 696 von der Druckseite der Vorförderpumpe 638 abgekoppelt und mit der Saugseite der Hochdruckpumpe 616 verbunden ist. Gleichzeitig ist die Saugseite der Hochdruckpumpe 616 ebenfalls von der Druckseite der Vorförderpumpe 638 abgesperrt. Bei dieser Variante wird somit der Druck am Steuerkolben 690, d. h. in der Steuerkammer 691 durch Schalten des Saugdrosselventils 628 abgesenkt, wenn im CR-System ein Notfall auftritt. Der Druck in der Steuerkammer 691 fällt dann rapide ab, so daß das Druckentlastungsventil 650 öffnet und die Verbindung zwischen Common-Rail 614 und Tankleitung 673 herstellt.

Selbstverständlich sind Abweichungen von den beschriebenen Ausführungsbeispielen möglich, ohne den Grundgedanken der Erfindung zu verlassen. So ist es nicht unbedingt erforderlich, im Zulauf der Hochdruckpumpe mit einer Saugdrossel zu arbeiten. Es ist vielmehr auch denkbar, mit einer anderen Einrichtung zur Fördermengenvariation in Abhängigkeit vom Solldruck in der Common-Rail zu arbeiten, und das Druckentlastungsventil dann vorzugsweise in Abhängigkeit von Zustandsparametern der Fördermengen-Einstelleinrichtung im Notfall zu aktivieren.

Die Erfindung schafft somit ein Druckfluid-Versorgungssystem, insbesondere für ein Kraftstoff-Einspritzsystem beispielsweise für eine Dieselmotorkraftmaschine, bei der an eine gemeinsame, von einer Hochdruckpumpe gespeiste Hochdruckleitung einzelne Verbraucher, insbesondere Einspritzdüsen angeschlossen sind. Die Druckfluidanforderung der Einspritzdüsen ist in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Systems, insbesondere der Dieselmotorkraftmaschine gesteuert, wobei der Hochdruckpumpe zur Anpassung des Drucks in der gemeinsamen Hochdruckleitung an den Druckfluidbedarf der Verbraucher eine Saugdrossel vorgeschaltet ist. Der Drosselquerschnitt der Saugdrossel ist mittels eines von einem Drucksensor in der gemeinsamen Hochdruckleitung abgeleiteten Signals veränderbar. Um mit sehr geringem schaltungstechnischen Aufwand bei Bedarf einen schnellen Druckabbau in der

gemeinsamen Hochdruckleitung, d. h. der sogenannten "Common-Rail" sicherzustellen, ist an letztere ein Druckentlastungsventil angeschlossen, das vorzugsweise in Abhängigkeit von den Druck- und/oder Durchströmungsverhältnissen im Bereich der Saugdrossel aktivierbar ist.

#### Patentsprüche

1. Druckfluid-Versorgungssystem, insbesondere für ein Kraftstoff-Einspritzsystem beispielsweise für eine Dieselmotorkraftmaschine, mit einer gemeinsamen, von einer Hochdruckpumpe gespeisten Hochdruckleitung (14; 114; 214; 314; 414; 514; 614), an die einzelne Verbraucher (12), insbesondere Einspritzdüsen angeschlossen sind, deren Druckfluidanforderung in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Systems, insbesondere der Dieselmotorkraftmaschine gesteuert ist, wobei der Hochdruckpumpe (16) zur Anpassung des Drucks in der gemeinsamen Hochdruckleitung an den Druckfluidbedarf der Verbraucher eine Saugdrossel (28) vorgeschaltet ist, deren Drosselquerschnitt mittels eines von einem Drucksensor (34) in der gemeinsamen Hochdruckleitung abgeleiteten Signals (32) veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß an die gemeinsame Hochdruckleitung (14; 114; 214; 314; 414; 514; 614) ein Druckentlastungsventil (50; 150; 250; 350; 450; 550; 650) angeschlossen ist, das vorzugsweise in Abhängigkeit von den Druck- und/oder Durchströmungsverhältnissen im Bereich der Saugdrossel () aktivierbar ist.
2. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckentlastungsventil (50; 150; 250; 350; 450; 650) durch eine Stellbewegung der Saugdrossel (28; 128; 228; 328; 428; 628) aktivierbar ist.
3. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckentlastungsventil (50; 150; 250; 350) mit einem Stellelement (154; 254; 354, 372) der Saugdrossel (128; 228; 328) betätigbar ist.
4. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ventilkörper (366) des Druckentlastungsventils (350) mit dem Stellelement (354) der Saugdrossel (328) mechanisch koppelbar ist.
5. Druckfluid-Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckentlastungsventil (350) nach Überschreiten eines Grenz-Stellwegs der Saugdrossel (328) anspricht.
6. Druckfluid-Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellelement der Saugdrossel (328) von einem Schieberkolben (354) gebildet ist, mit dem ein Ventilkörper (366) des Druckentlastungsventils (350) nach Durchlaufen seiner Drosselwegstrecke aufsteuerbar ist.
7. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckentlastungsventil (350) von einem Sitzventil gebildet ist, dessen Ventilkörper (366) vom Stellelement (354) der Saugdrossel (328) gegen eine Rückstellkraft aufstoßbar ist.
8. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkörper des Druckentlastungsventils (350) von einer Kugel

- (366) gebildet ist, die von einem mittels des Stellelements (354) der Saugdrossel (328) antreibbaren Stößel (372) von ihrem Ventilsitz (370) abhebbar ist.
9. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Stößel (372) vorzugsweise einstückig mit dem Stellelement (354) der Saugdrossel (328) verbunden ist.
10. Druckfluid-Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Massenkraft des Stellelements (354) der Saugdrossel (328) zur Aktivierung des Druckentlastungsventils (350) herangezogen wird.
11. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkörper (366) des Druckentlastungsventils (350) nach Durchlaufen einer zusätzlichen Anlaufstrecke (AA) vom Stellelement (354) der Saugdrossel (328) aufgesteuert wird.
12. Druckfluid-Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkörper des Druckentlastungsventils mittels einer Hubhilfe aufsteuerbar ist.
13. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckentlastungsventil (450) in Abhängigkeit von der Durchströmungsmenge der Saugdrossel (428) aktivierbar ist.
14. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckentlastungsventil (450) in Abhängigkeit vom Druck stromab der Hochdruckpumpe (416) aktivierbar ist.
15. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckentlastungsventil (450) einen vorzugsweise axial über ein Rückschlagventil (478) durchströmten Ventilkörper (476) aufweist, der durch die von der Hochdruckpumpe (416) erzeugte Druckkraft in seiner den Ausgang (482) des Druckentlastungsventils (450) zum Tank () hin sperrenden Stellung gehalten wird.
16. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkörper (476) im wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist und auf der dem Rückschlagventil abgewandten Seite eine Steuerkante (486) ausbildet, mit der bei einer axialen Verschiebung aufgrund eines Druckabbaus stromauf des Rückschlagventils (478) eine Strömungsverbindung zwischen dem Ausgang (482) des Druckentlastungsventils (450) und einer Ablaufleitung (485, 484) schaltbar ist.
17. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Ventilkörper (476) zur Ausbildung der Steuerkante (486) eine stirnseitige Abschrägung (487) hat und das Gehäuse (475) für den Ventilkörper in diesem Bereich eine Ablaufbohrung (485) aufweist.
18. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckentlastungsventil (550) in Abhängigkeit vom Druck stromauf der Saugdrossel (528) aktivierbar ist, indem eine Steuerkammer (591) des Druckentlastungsventils (550) an die Saugseite der Saugdrossel (528) angeschlossen ist.
19. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckentlastungsventil (650) in Abhängigkeit vom Druck stromab der Saugdrossel (628) aktivierbar ist.
20. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch

19, dadurch gekennzeichnet, daß die Saugdrossel (628) in einem Saugdrosselventil ausgebildet ist, mit dem in einer die Strömungsmittelverbindung vom Tank zur Hockdruckpumpe (616) sperrenden Stellung (S) die Saugseite der Hockdruckpumpe (616) mit einer Steuerkammer (691) des Druckentlastungsventils (650) verbindbar ist.

21. Druckfluid-Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckentlastungsventil (550; 650) einen Steuerkolben (590; 690) hat, mit dem bei ausreichendem Druck in der Steuerkammer (591; 691) ein Ventilglied (566; 666) des Druckentlastungsventils in einer die Verbindung zwischen gemeinsamer Hochdruckleitung (514; 614) und einem Niederdruckbereich (573; 673; T) sperrenden Stellung gehalten wird.

22. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkolben (590; 690) einen wesentlich größeren Durchmesser als das Ventilglied (566; 666) hat.

23. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß im Steuerkolben (590; 690) eine Düse (593; 693) ausgebildet ist, über die Druckfluid in der Steuerkammer (591; 691) beim Öffnen des Druckentlastungsventils abfließen kann.

24. Druckfluid-Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellelement (154; 354; 454; 554; 654) der Saugdrossel vom Anker (358) eines Elektromagneten (330) angetrieben ist.

25. Druckfluid-Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß an die gemeinsame Hochdruckleitung (14) ein Speicher (16) angeschlossen ist.

26. Druckfluid-Versorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Hockdruckpumpe (16; 116; 216; 316; 416; 516; 616) beispielsweise in der Ausgestaltung als Radialkolbenpumpe von einer Niederdruckpumpe (Vorförderpumpe 38; 138; 238; 338; 438; 538; 638) gespeist ist.

27. Druckfluid-Versorgungssystem nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß für die Hockdruckpumpe (416) ein Druckfluid-Kühlkreis (488, 489, 484, 498) vorgesehen ist, der über eine gedrosselte Bypassleitung zur Saugdrossel (428) gespeist ist.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

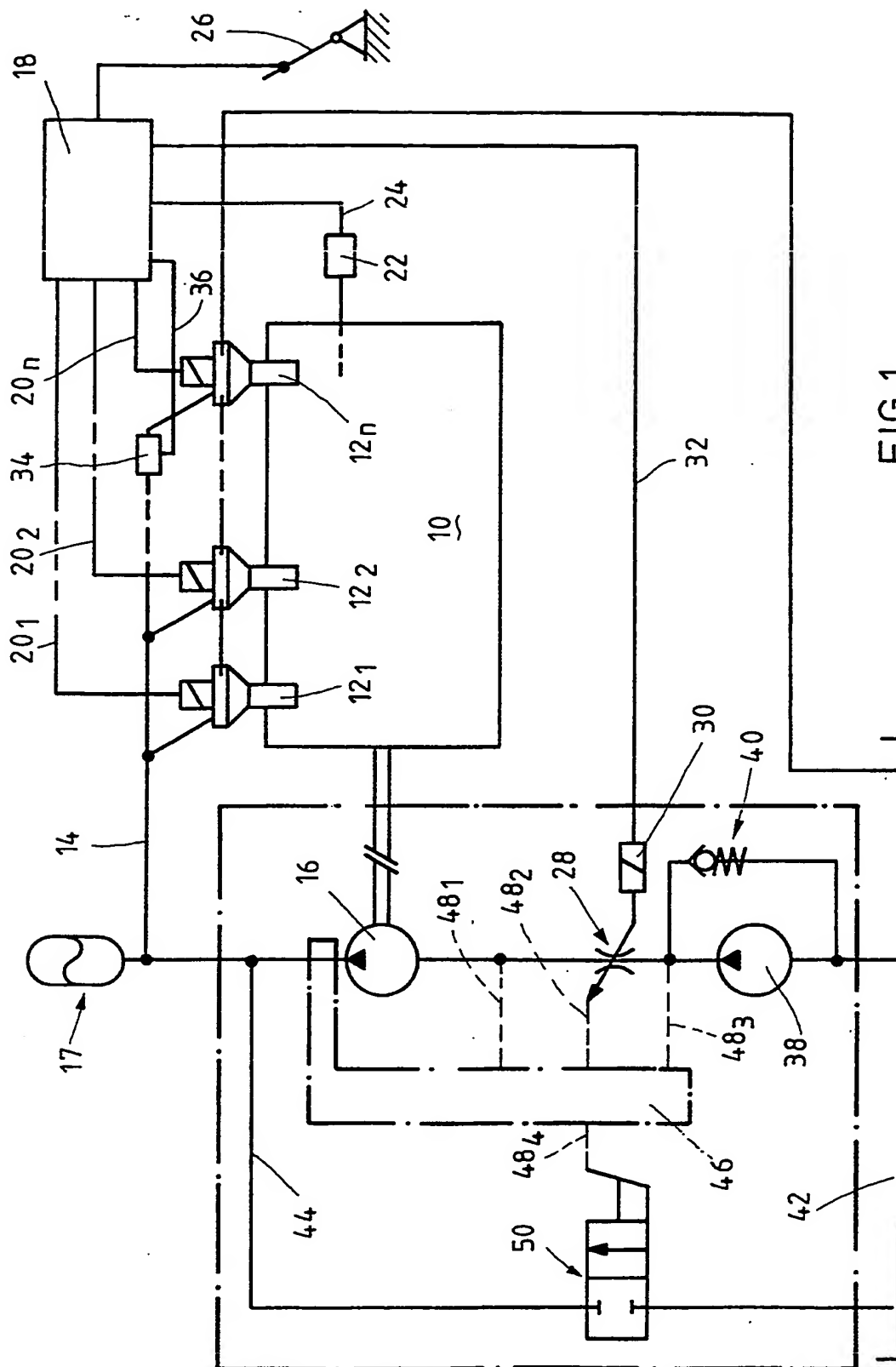


FIG.1

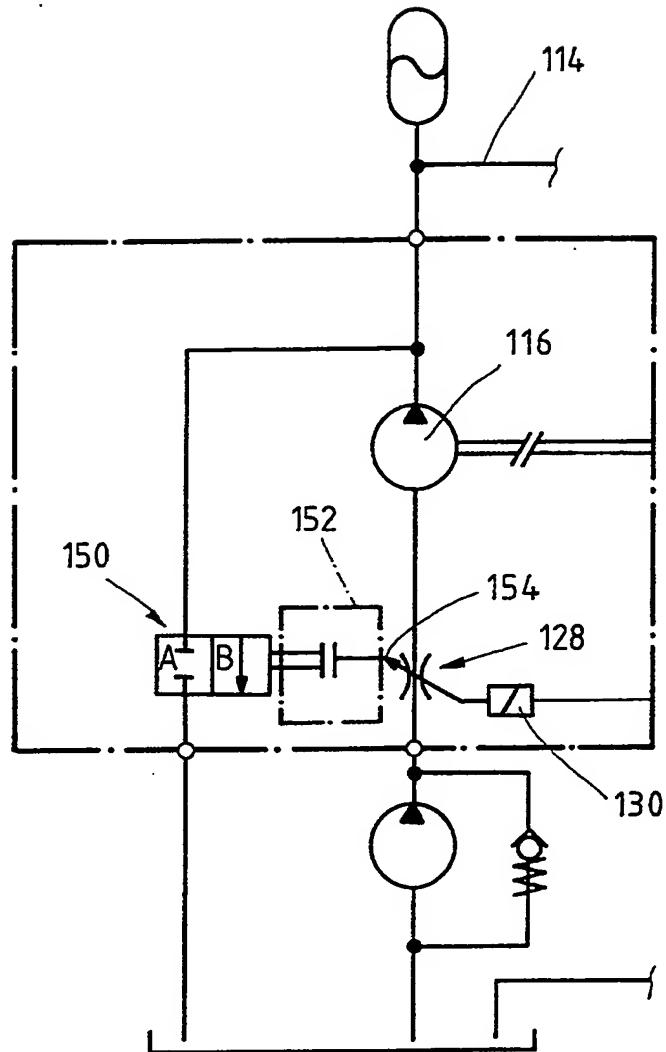


FIG. 2

FIG. 4

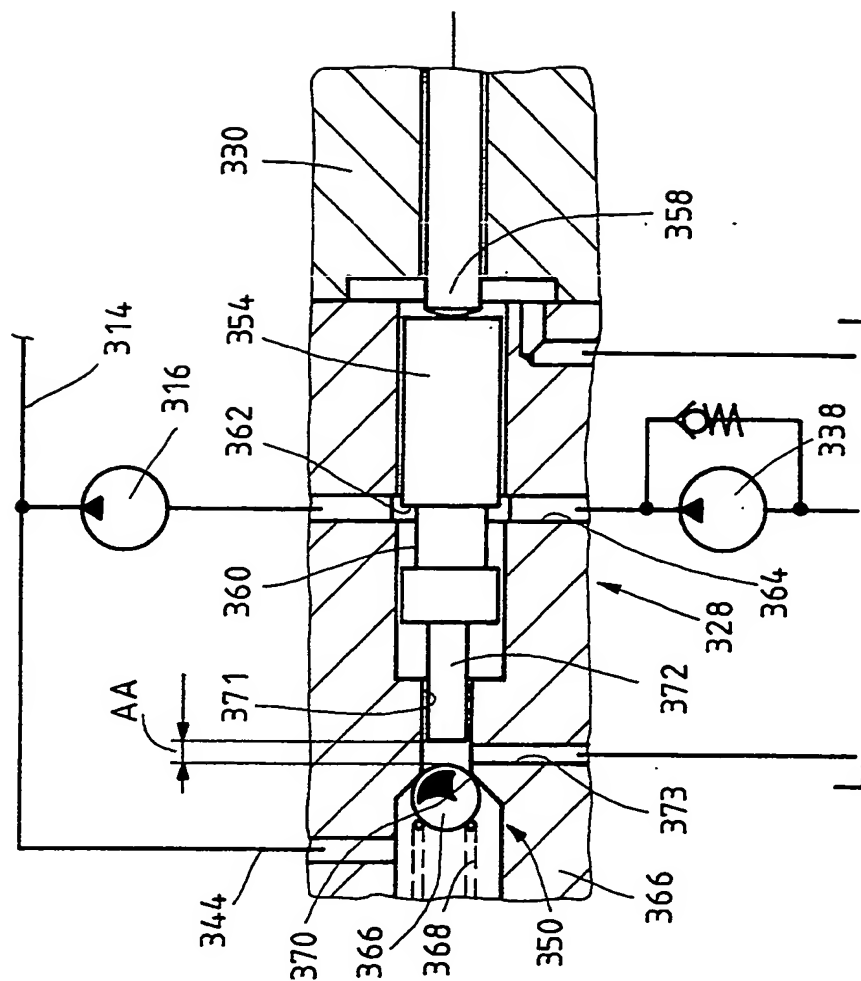
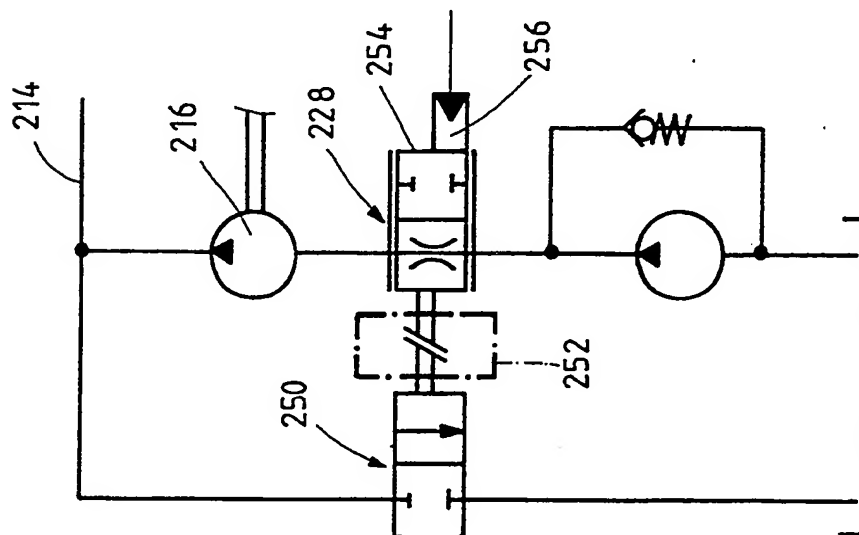
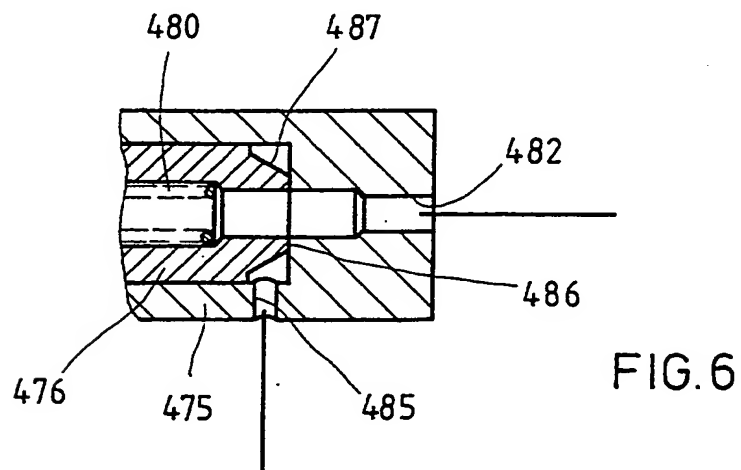
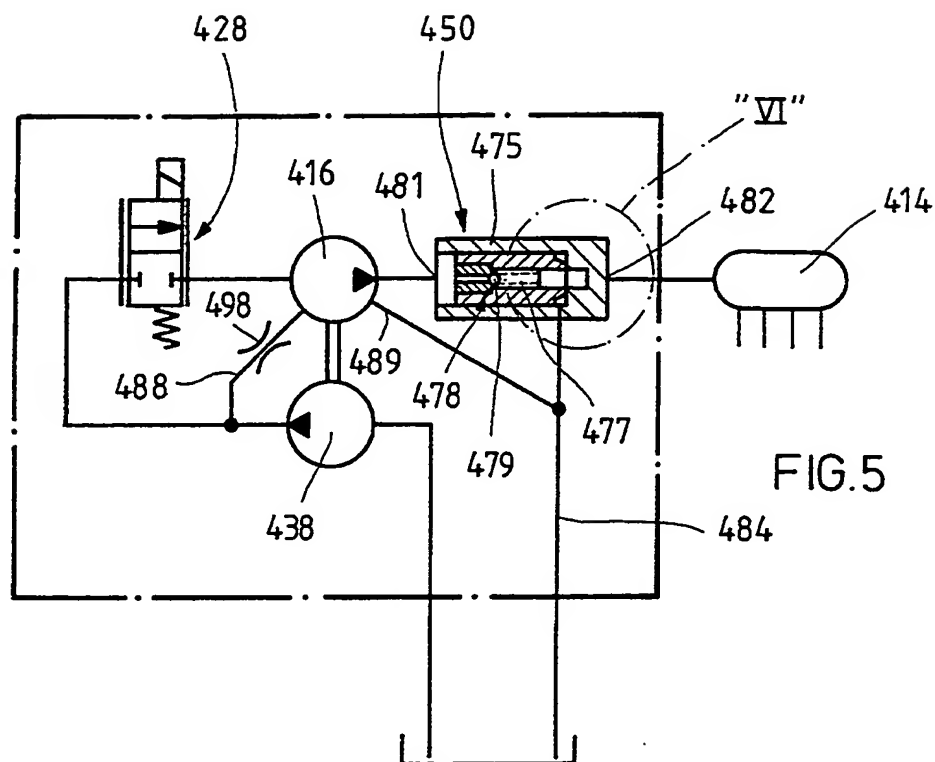


FIG. 3





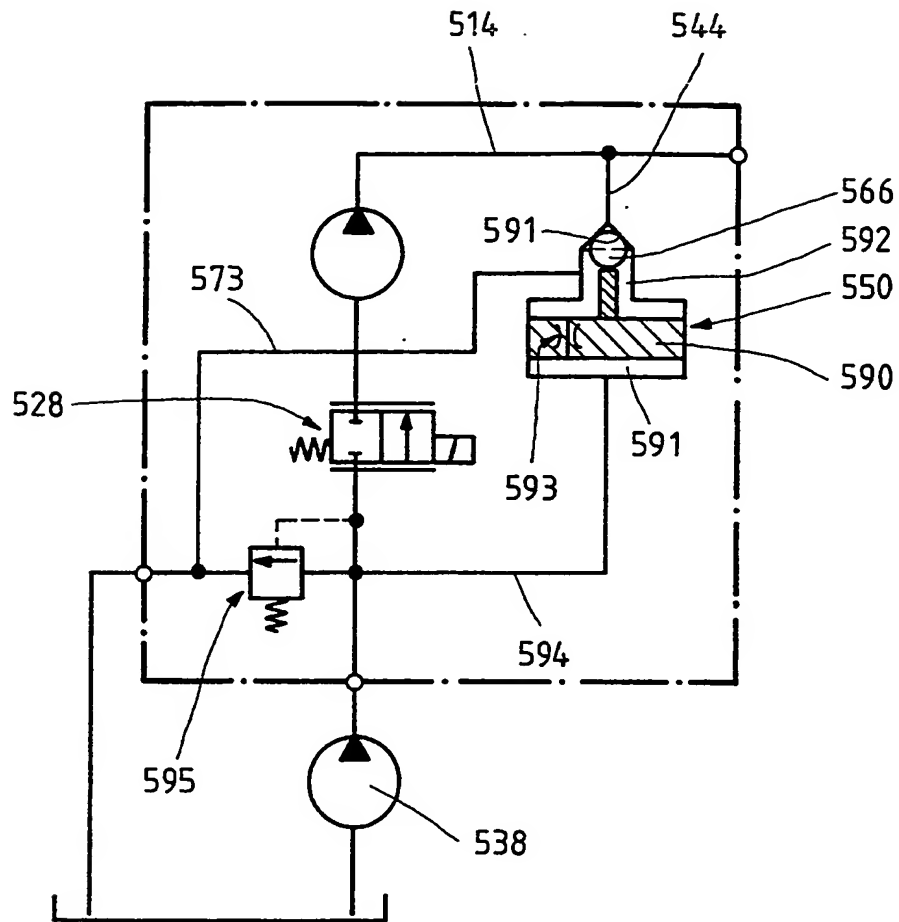


FIG.7

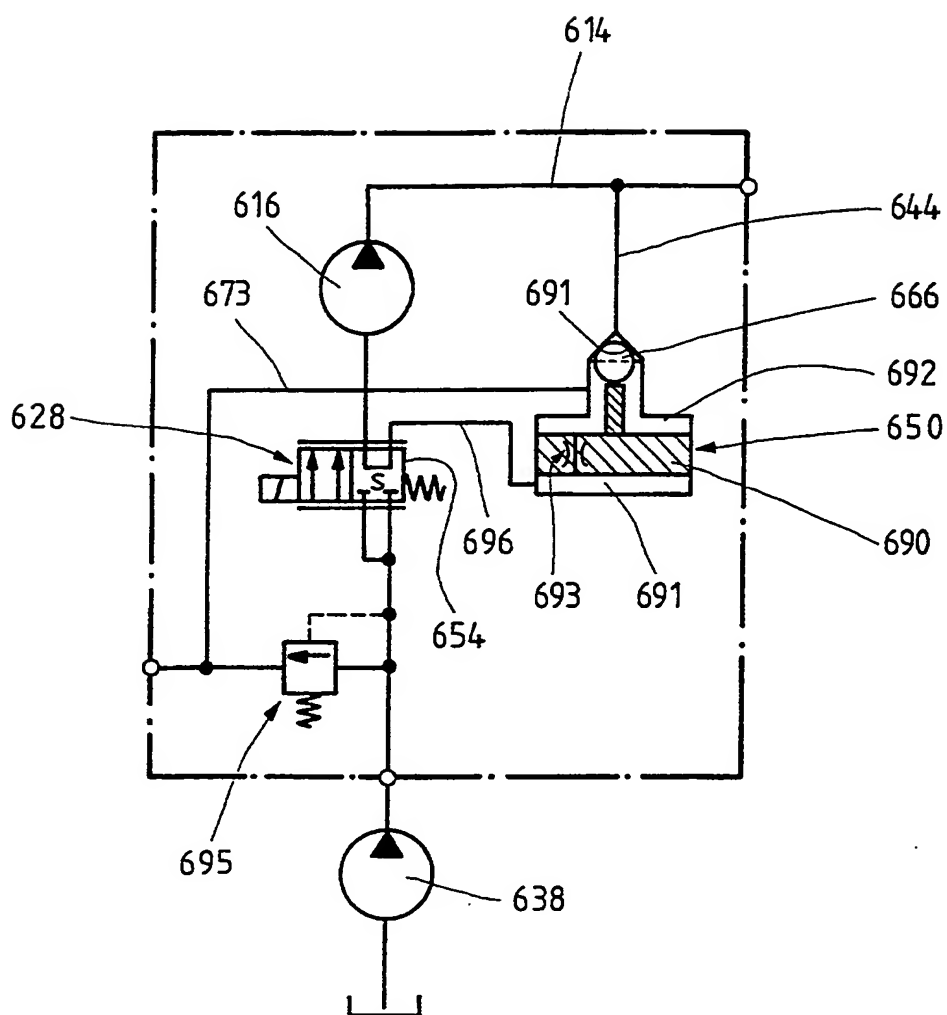


FIG. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**